



⑪ Aktenzeichen: 101 57 463.0  
 ⑫ Anmeldetag: 23. 11. 2001  
 ⑬ Offenlegungstag: 5. 6. 2003

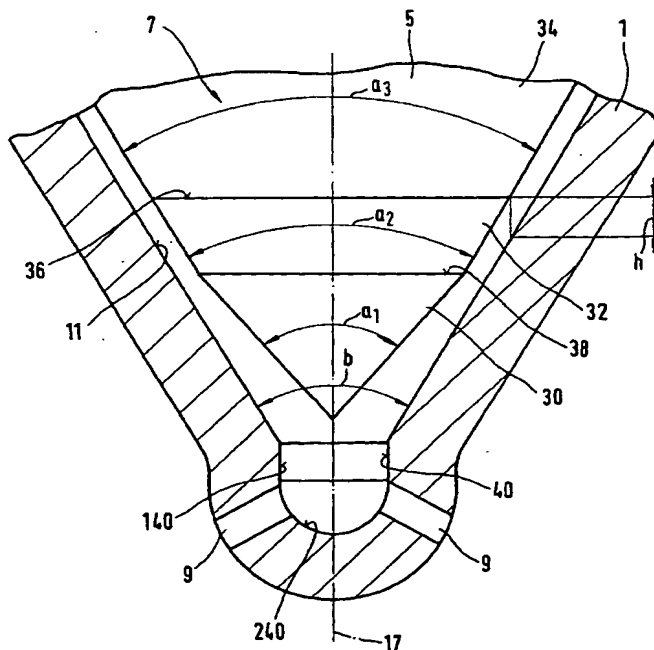
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

**(72) Erfinder:**  
Pötz, Detlev, Dr., 70193 Stuttgart, DE; Mennicken,  
Michael, 71299 Wimsheim, DE; Wirth, Ralf, Dr.,  
71229 Leonberg, DE; Kunzi, Ulrich, 71364  
Winnenden, DE; Heinecke, Ralf, 71691 Freiberg, DE;  
Haug, Stefan, 71111 Waldenbuch, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**(54) Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen**

(57) Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem in einer Bohrung (3) eine kolbenförmige Ventilnadel (5) längsverschiebbar angeordnet ist, wobei am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ein Ventilsitz (11) und wenigstens eine Einspritzöffnung (9) vorhanden ist. An der Ventilnadel (5) ist eine Ventildichtfläche (7) ausgebildet, die mit dem Ventilsitz (11) zur Steuerung der wenigstens einen Einspritzöffnung (9) zusammenwirkt, so dass bei der längsgerichteten Öffnungshubbewegung die Ventildichtfläche (7) vom Ventilsitz (11) abhebt, wobei der Kraftstoff zwischen der Ventildichtfläche (7) und dem Ventilsitz (11) hindurch den Einspritzöffnungen (9) zufließt. Bei maximalem Öffnungshub (h) der Ventilnadel (5) ist der Strömungsquerschnitt zwischen der Ventildichtfläche (7) und dem Ventilsitz (11) stromabwärts eines engsten Strömungsquerschnitts zumindest näherungsweise konstant (Fig. 2).



## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Ein solches Kraftstoffeinspritzventil ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 196 18 650 A1 bekannt. Das bekannte Kraftstoffeinspritzventil weist einen Ventilkörper auf, in dem in einer Bohrung eine kolbenförmige Ventilnadel längsverschiebbar angeordnet ist, die an ihrem dem Brennraum zugewandten Ende eine konisch ausgebildete Ventildichtfläche aufweist. Die Bohrung wird am brennraumseitigen Ende durch einen Ventilsitz verschlossen, und es befindet sich dort wenigstens eine Einspritzöffnung, die den Ventilsitz mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbindet. Der Ventilsitz weist ebenfalls eine konische Form auf, so dass der Ventilsitz mit der Ventildichtfläche zur Steuerung der wenigstens einen Einspritzöffnung zusammenwirken kann. In Schließstellung des Kraftstoffeinspritzventils liegt die Ventildichtfläche am Ventilsitz an, so dass kein Kraftstoff zwischen der Ventildichtfläche und dem Ventilsitz hindurch zu den Einspritzöffnungen fließen kann. Soll eine Einspritzung erfolgen, so hebt die Ventilnadel mit der Ventildichtfläche vom Ventilsitz ab, und Kraftstoff strömt zwischen der Ventildichtfläche und dem Ventilsitz hindurch den Einspritzöffnungen zu.

[0002] Die konische Ventildichtfläche kann in Bezug auf den konischen Ventilsitz verschieden ausgestaltet werden: Ist der Öffnungswinkel der Ventildichtfläche nur geringfügig größer als der Öffnungswinkel des Ventilsitzes, so verringert sich der Strömungsquerschnitt des Kraftstoffs zwischen der Ventildichtfläche und dem Ventilsitz den Einspritzöffnungen zu. Der durch diesen Einspritzquerschnitt strömende Kraftstoff wird deshalb beschleunigt, was zwei Nachteile mit sich bringt: Zum einen muss der Kraftstoff, der sehr schnell zu den Einspritzöffnungen fließt, dort bei sehr hoher Geschwindigkeit einen Richtungswechsel in die Einspritzöffnungen hinein vollziehen. Dies kann zu Energieverlusten und damit zu einer Einspritzung mit geringerem Druck führen. Zum anderen ergibt sich bei einer Desachsierung der Ventilnadel in der Bohrung und damit auch der Ventildichtfläche am Ventilsitz eine ungleiche Zuströmung von Kraftstoff zu den einzelnen Einspritzöffnungen, wobei aufgrund des geringen Volumens zwischen der Ventildichtfläche und dem Ventilsitz ein Ausgleich durch eine Strömung in tangentialer Richtung von einem Spritzloch zum anderen nicht in ausreichendem Maße stattfinden kann.

[0003] Die andere Alternative ist, die konische Fläche an der Ventildichtfläche mit einem Öffnungswinkel auszustatten, der deutlich größer als der Öffnungswinkel des Ventilsitzes ist. Bei maximalem Öffnungshub der Ventilnadel erhöht sich somit der Strömungsquerschnitt zwischen der Ventildichtfläche und dem Ventilsitz den Einspritzöffnungen zu. Der durch diesen Strömungsquerschnitt fließende Kraftstoff wird somit den Einspritzöffnungen zu verlangsamt, was die Umlenkverluste beim Eintritt des Kraftstoffs in die Einspritzöffnungen vermindert. Nachteilig ist jedoch hier, dass es aufgrund des großen Strömungsquerschnitts zu Strömungsablösungen an der Ventilnadel kommen kann, was auch hier zu Energieverlusten führt.

## Vorteile der Erfindung

[0004] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass beim Durchtritt

des Kraftstoffs zwischen der Ventildichtfläche und dem Ventilsitz keine Strömungsablösungen an der Ventilnadel auftreten und die übrigen Strömungsverluste durch die Umlenkung in die Einspritzöffnungen minimiert werden, so dass der Strahlimpuls der Einspritzstrahlen maximiert wird. Hierzu ist bei maximalem Öffnungshub der Ventilnadel der Strömungsquerschnitt zwischen der Ventildichtfläche und dem Ventilsitz stromabwärts eines engsten Strömungsquerschnitts zumindest näherungsweise konstant. In vorteilhafter Weise ist hierbei der Ventilsitz konisch ausgebildet und auch die Ventildichtfläche weist eine Konusfläche auf, wobei beide Konusflächen dieselbe Längsachse aufweisen. Derartige Konusflächen lassen sich mit etablierter Technik relativ einfach und präzise herstellen.

[0005] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung weist die Ventildichtfläche eine zweite Konusfläche auf, die an die erste Konusfläche grenzt und die einen Öffnungswinkel aufweist, der kleiner ist als der Öffnungswinkel des Ventilsitzes. Besonders vorteilhaft ist es, am Übergang der ersten zur zweiten Konusfläche eine Dichtkante auszubilden, die in Schließstellung der Ventilnadel am Ventilsitz zur Anlage kommt und so die Einspritzöffnungen verschließt.

[0006] Als besonders vorteilhaft hat sich ein Öffnungswinkel von 80° bis 85° für die erste Konusfläche an der Ventildichtfläche der Ventilnadel erwiesen. Besonders vorteilhaft ist ein solcher Öffnungswinkel in Kombination mit einem Ventilsitz, der einen Öffnungswinkel von 59° bis 61° aufweist.

[0007] Besonders vorteilhaft ist die Ausgestaltung einer Ventildichtfläche mit zwei konischen Flächen, an deren Übergang eine Dichtkante ausgebildet ist, in Kombination mit einem Sackloch, das sich stromabwärts den Einspritzöffnungen zu an den Ventilsitz anschließt. Durch diese Ausgestaltung ist der engste Strömungsquerschnitt im Bereich der Dichtkante, so dass stromabwärts der Dichtkante keine weitere Drosselung des Kraftstoffstroms stattfindet.

[0008] In einer vorteilhaften Ausgestaltung schließt sich an den Ventilsitz stromabwärts ein Sackloch an, von dem die Einspritzöffnungen abgehen. Mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung von Ventildichtfläche und Ventilsitz ergeben sich optimale Einstrombedingungen in das Sackloch und als Folge ein stets symmetrisches Einspritzbild und ein maximaler Einspritzimpuls.

## Zeichnung

[0009] In der Zeichnung ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. Es zeigt Fig. 1 ein Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt und Fig. 2 eine Vergrößerung von Fig. 1 im Bereich des Ventilsitzes.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0010] In der Zeichnung ist in Fig. 1 ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. In einem Ventilkörper 1 ist eine Bohrung 3 ausgebildet, in der eine kolbenförmige Ventilnadel 5 längsverschiebbar angeordnet ist. Die Ventilnadel 5 ist mit einem geführten Abschnitt 15 in einem Führungsabschnitt 23 der Bohrung 3 dichtend geführt und weist eine Längsachse 17 auf. Vom geführten Abschnitt 15 dem Brennraum zu verjüngt sich die Ventilnadel 5 unter Bildung einer Druckschulter 13 und geht an ihrem brennraumseitigen Ende in eine Ventildichtfläche 7 über, die im wesentlichen konisch ausgebildet ist. Am brennraumseitigen Ende der Bohrung 3 ist ein Ventilsitz 11 ausgebildet, der mit der Ventildichtfläche 7 zusammenwirkt. Darüber hinaus ist am brennraumseitigen

Ende der Bohrung 3 wenigstens eine Einspritzöffnung 9 ausgebildet, die die Bohrung 3 mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbindet. Zwischen der Ventilnadel 5 und der Wand der Bohrung 3 ist ein Ringkanal 21 ausgebildet, der auf Höhe der Druckschulter 13 durch eine radiale Erweiterung einen Druckraum 19 bildet. Der Druckraum 19 ist über einen im Ventilkörper 1 verlaufenden Zulaufkanal 25 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar.

[0011] Die Ventilnadel 5 wird durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Vorrichtung mit einer Schließkraft an ihrem brennraumabgewandten Ende beaufschlagt, so dass sie mit der Ventildichtfläche 7 gegen den Ventilsitz 11 gepresst wird. Bei Anlage der Ventildichtfläche 7 am Ventilsitz 11 werden die Einspritzöffnungen 9 gegen den Ringkanal 21 verschlossen, und es kann kein Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen. Wird Kraftstoff unter hohem Druck durch den Zulaufkanal 25 in den Druckraum 19 und damit auch in den Ringkanal 21 eingeführt, erhöht sich dort der Kraftstoffdruck, so dass sich eine hydraulische Kraft auf die Druckschulter 13 und auf Teile der Ventildichtfläche 7 ergibt. Übersteigen diese hydraulischen Kräfte die Schließkraft, die die Ventilnadel 5 beaufschlagt, so bewegt sich die Ventilnadel 5 vom Ventilsitz 11 weg, so dass Kraftstoff aus dem Ringkanal 21 zwischen der Ventildichtfläche 7 und dem Ventilsitz 11 hindurch den Einspritzöffnungen 9 zufließen kann, von wo der Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Bei entsprechend reduziertem Druck im Druckraum 19 bzw. im Ringkanal 21 oder bei einer erhöhten Schließkraft gleitet die Ventilnadel 5 wieder zurück in ihre Schließstellung, d. h. in Anlage mit der Ventildichtfläche 7 am Ventilsitz 11.

[0012] In Fig. 2 ist eine Vergrößerung von Fig. 1 im Bereich des Ventilsitzes gezeigt. Der Ventilsitz 11 ist konisch ausgebildet und geht an seinem brennraumseitigen Ende in ein Sackloch 40 über, wobei der Ventilsitz 11 dieselbe Längsachse 17 wie die Ventilnadel 5 aufweist. Das Sackloch 40 besteht aus einem zylindrischen Abschnitt 140 und einem im wesentlichen halbkugelförmigen Endabschnitt 240, welcher das Sackloch 40 abschließt. Vom halbkugelförmigen Endabschnitt 240 gehen mehrere Einspritzöffnungen 9 ab, die den Ventilkörper 1 durchdringen und das Sackloch 40 mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbinden. Die Einspritzöffnungen 9 sind hierbei vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang des Ventilkörpers 1 verteilt angeordnet.

[0013] Die Ventildichtfläche 7 der Ventilnadel 5 unterteilt sich in drei Konusflächen: An der Spitze der Ventilnadel 5 ist eine erste Konusfläche 30 angeordnet, an die sich eine zweite Konusfläche 32 anschließt, an diese wiederum eine dritte Konusfläche 34, welche schließlich an den zylindrischen Teil der Ventilnadel 5 angrenzt. Am Übergang der ersten Konusfläche 30 zur zweiten Konusfläche 32 ist eine Ringkante 38 ausgebildet und am Übergang der zweiten Konusfläche 32 zur dritten Konusfläche 34 eine Dichtkante 36. Die drei Konusflächen 30; 32; 34 weisen jeweils einen unterschiedlichen Öffnungswinkel auf, wobei der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  der ersten Konusfläche 30 größer ist als der Öffnungswinkel  $\alpha_2$  der zweiten Konusfläche 32, welcher wiederum größer als der Öffnungswinkel  $\alpha_3$  der dritten Konusfläche 34 ist. Der Öffnungswinkel  $\beta$  der Konusfläche 11 ist so bemessen, dass er zwischen den Öffnungswinkeln  $\alpha_2$  und  $\alpha_3$  der zweiten Konusfläche 32 bzw. der dritten Konusfläche 34 liegt. Hierdurch kommt bei Anlage der Ventilnadel 5 am Ventilsitz 11 zuerst die Dichtkante 36 am Ventilsitz 11 zur Anlage und dient somit der Abdichtung des Ringkanals 21 gegen das Sackloch 40.

[0014] In der Fig. 2 ist die Ventilnadel 5 in ihrer Öffnungsstellung, d. h. sie hat ihren maximalen Öffnungshub  $h$

durchfahren, der in der Fig. 2 durch den axialen Abstand der Dichtkante 36 vom Ventilsitz 11 dargestellt ist. Die Ringkante 38 kommt am Ventilsitz 11 konstruktionsbedingt nicht zur Anlage, es sei denn, dass bei längerem Gebrauch des Kraftstoffeinspritzventils die Dichtkante 36 etwas in den Ventilsitz 11 eingehämmert wird. Die größte Flächenpressung und damit die Abdichtung erfolgt aber an der Dichtkante 36.

[0015] Die Zuströmung von Kraftstoff aus dem Ringkanal 21 zu den Einspritzöffnungen 9 erfolgt zwischen der Ventildichtfläche 7 und dem Ventilsitz 11 hindurch. An der Ringkante 38 ist zwischen dem Ringkanal 21 und den Einspritzöffnungen 9 der engste Strömungsquerschnitt gegeben, der somit stromabwärts des Strömungsquerschnitts zwischen Dichtkante 36 und Ventilsitz 11 liegt. Der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  der ersten Konusfläche 30 und der Öffnungswinkel  $\beta$  des Ventilsitzes 11 sind so aufeinander abgestimmt, dass der Strömungsquerschnitt der Strömung zu den Einspritzöffnungen 9 von der Ringkante 38 stromabwärts bis zum Ende der Ventilnadel 5 konstant bleibt. Hierdurch werden entscheidende Nachteile des Stands der Technik behoben:

Wäre der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  der ersten Konusfläche 30 kleiner, so verengt sich der Strömungsquerschnitt von der Ringkante 38 stromabwärts. Der zwischen der Ventildichtfläche 7 und dem Ventilsitz 11 hindurchströmende Kraftstoff wird somit beschleunigt und tritt mit sehr hoher Geschwindigkeit in das Sackloch 40 ein. Dadurch ergibt sich zum einen ein hoher Umlenkverlust durch die Richtungsänderung des Kraftstoffstroms in das Spritzloch 9 hinein und zum anderen ergibt sich der Nachteil, dass bei einer Desachsierung der Ventilnadel 5 in der Bohrung 3, d. h. bei einer Querverschiebung der Ventilnadel 5, die Zuströmbedingungen zu den einzelnen Spritzlöchern 9 ungleich sind. Den einzelnen Spritzlöchern 9 wird dann unterschiedlich viel Kraftstoff mit unterschiedlicher Geschwindigkeit zugeführt, so dass das Einspritzbild durch die Einspritzöffnungen 9 asymmetrisch wird. Die anschließende Verbrennung im Brennraum der Brennkraftmaschine ist dann nicht mehr optimal, was zu einer Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs und zu vermehrten Schadstoffemissionen führt.

[0016] Ein konstanter Strömungsquerschnitt hat auch den Vorteil, dass die Strömung des Kraftstoffs stets an den begrenzenden Wänden entlang fließt. Wird der Strömungsquerschnitt hingegen stromabwärts größer, so kann es zu Ablösungen der Strömung von den Wänden kommen. Dies verursacht Wirbel in der Strömung und damit hohe Energieverluste, so dass dem eingespritzten Kraftstoff nicht mehr die maximale Energie zur Verfügung steht. Dadurch wird der Kraftstoff weniger gut zerstäubt, und die Verbrennung erfolgt unter nicht optimalen Bedingungen.

[0017] Ist hingegen der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  der ersten Konusfläche 30 größer als im hier gezeigten Kraftstoffeinspritzventil, so erhöht sich der Strömungsquerschnitt von der Ringkante 38 stromabwärts. In einem solchen Fall kann es vorkommen, dass der Kraftstoff nicht mehr sowohl am Ventilsitz 11 als auch an der ersten Konusfläche 30 entlang strömt, sondern es kommt zu einer Strömungsablösung an der Ventilnadel 5. Direkt an der ersten Konusfläche 30 kann es dann zu Verwirbelungen von Kraftstoff und sogar zu einem Rückfluss von Kraftstoff entgegen der Strömungsrichtung kommen, so dass nicht der gesamte Strömungsquerschnitt für den Zulauf des Kraftstoff ausgenutzt wird. Der Kraftstoff strömt dann mit hoher Geschwindigkeit in das Sackloch 40, was zu den oben bereits genannten Nachteilen führt.

[0018] Mögliche Abmessungen des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils sind wie folgt: bei einem Durchmesser der Ventilnadel 5 an der Ringkante 38 von etwa

1,5 mm, einem Durchmesser von etwa 2,2 mm an der Dichtkante **36** und einem Maximalhub  $h$  von etwa 0,25 mm ergeben sich für die einzelnen Konuswinkel etwa folgende Größen: bei einem Konuswinkel von  $60^\circ$  des Ventilsitzes **11** ein Öffnungswinkel  $a_1$  der ersten Konusfläche **30** von  $80^\circ$  bis  $85^\circ$ , vorzugsweise  $82^\circ$  bis  $83^\circ$ , ein Öffnungswinkel  $a_2$  der zweiten Konusfläche **32** von  $60^\circ$  bis  $62^\circ$ , vorzugsweise  $60,5^\circ$ , und ein Öffnungswinkel  $a_3$  der dritten Konusfläche **34** von  $50^\circ$  bis  $58^\circ$ , vorzugsweise  $54^\circ$  bis  $56^\circ$ .

[0019] Neben dem in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen kann es auch vorgesehen sein, dass die Ventildichtfläche **7** nur zwei Konusflächen aufweist, wobei die Kante am Übergang der beiden Konusflächen als Dichtkante dient. Entsprechend ist in diesem Fall der Strömungsquerschnitt stromabwärts dieser Dichtkante zumindest näherungsweise konstant. Es kann auch vorgesehen sein, dass entweder der Ventilsitz **11** oder die erste Konusfläche **30** leicht von der strengen Konusform abweicht. Der die Konusfläche **30** bildende Kegel weist in diesem Fall im Längsschnitt eine etwas konkav oder konvex gewölbte Seitenlinie auf.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (**1**), in dem in einer Bohrung (**3**) eine kolbenförmige Ventilnadel (**5**) längsverschiebbar angeordnet ist, wobei am brennraumseitigen Ende der Bohrung (**3**) ein Ventilsitz (**11**) und wenigstens eine Einspritzöffnung (**9**) vorhanden ist, und mit einer an der Ventilnadel (**5**) ausgebildeten Ventildichtfläche (**7**), die mit dem Ventilsitz (**11**) zur Steuerung der wenigstens einen Einspritzöffnung (**9**) zusammenwirkt, so dass bei der Öffnungshubbewegung der Ventilnadel (**5**) die Ventildichtfläche (**7**) vom Ventilsitz (**11**) abhebt, wobei der Kraftstoff zwischen der Ventildichtfläche (**7**) und dem Ventilsitz (**11**) hindurch den Einspritzöffnungen (**9**) zufließt, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei maximalem Öffnungshub ( $h$ ) der Ventilnadel (**5**) der Strömungsquerschnitt zwischen der Ventildichtfläche (**7**) und dem Ventilsitz (**11**) stromabwärts eines engsten Strömungsquerschnitts (**38**) zumindest näherungsweise konstant ist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (**11**) zumindest näherungsweise konusförmig ist.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an der Ventildichtfläche (**7**) wenigstens eine erste Konusfläche (**30**) ausgebildet ist, welche dieselbe Längsachse (**17**) wie der Ventilsitz (**11**) aufweist, wobei zwischen der ersten Konusfläche (**30**) und dem Ventilsitz (**11**) der Strömungsquerschnitt zumindest näherungsweise konstant ist.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Konusfläche (**30**) der Ventildichtfläche (**7**) einen größeren Öffnungswinkel ( $a_1$ ) aufweist als der Öffnungswinkel ( $b$ ) des Ventilsitzes (**11**).
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass an der Ventildichtfläche (**7**) eine zweite Konusfläche (**32**) ausgebildet ist, die an die erste Konusfläche (**30**) grenzt und die einen Öffnungswinkel ( $a_2$ ) aufweist, der kleiner als der Öffnungswinkel ( $b$ ) des Ventilsitzes (**11**) ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass an die erste Konusfläche (**30**) eine zweite Konusfläche (**32**) grenzt und an diese wiederum eine dritte Konusfläche (**34**), wobei der Öff-

nungswinkel ( $a_2$ ) der zweiten Konusfläche (**32**) größer als der Öffnungswinkel ( $b$ ) des Ventilsitzes (**11**) ist und der Öffnungswinkel ( $a_3$ ) der dritten Konusfläche (**34**) kleiner als der des Ventilsitzes (**11**) ist, so dass am Übergang der zweiten Konusfläche (**32**) zur dritten Konusfläche (**34**) eine Dichtkante (**36**) gebildet ist, die in Schließstellung der Ventilnadel (**5**) am Ventilsitz (**11**) anliegt.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Konusfläche (**30**) der Ventildichtfläche (**7**) einen Öffnungswinkel von  $80^\circ$  bis  $85^\circ$  aufweist, vorzugsweise  $82^\circ$  bis  $83^\circ$ .

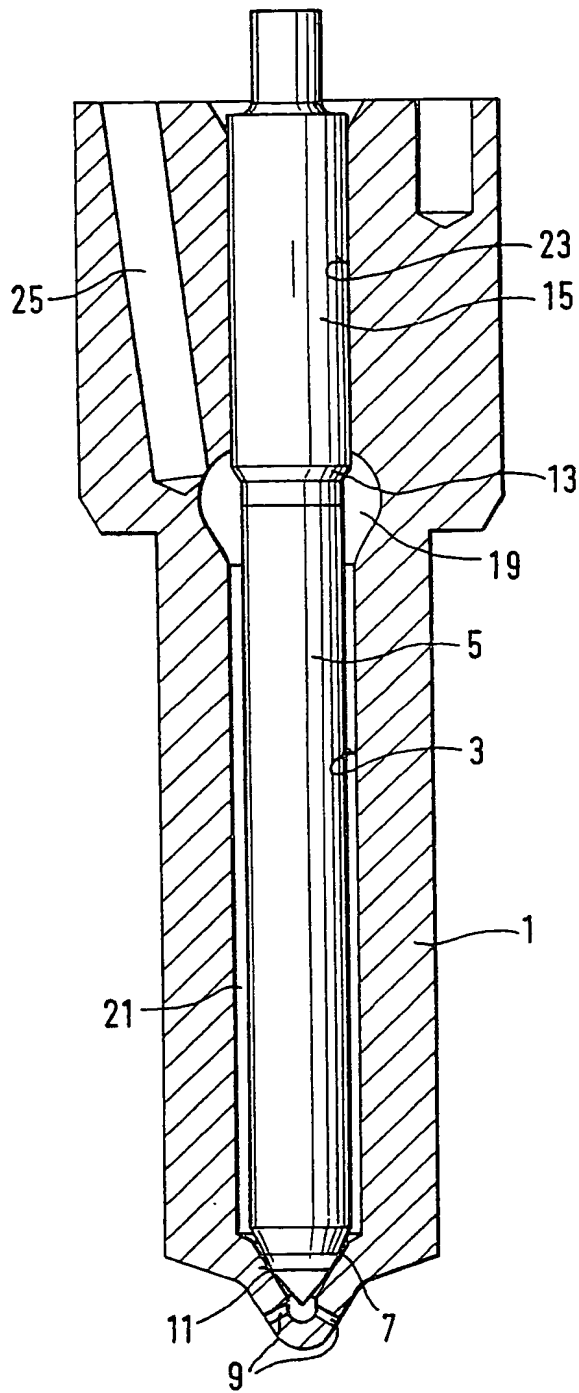
8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilsitz (**11**) einen Öffnungswinkel ( $b$ ) von  $59^\circ$  bis  $61^\circ$  aufweist.

9. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich an den konusförmigen Ventilsitz (**11**) stromabwärts zu den Einspritzöffnungen (**9**) hin ein Sackloch (**40**) anschließt, das zumindest in einem Abschnitt zylindrisch ausgebildet ist und von dem die Einspritzöffnungen (**9**) abgehen.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---



**Fig. 1**

Fig.2

